

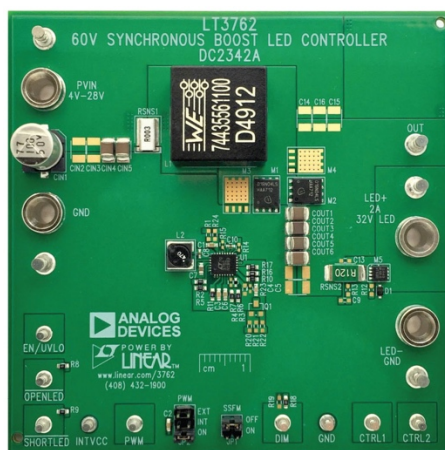
Alimenter des LED à fort courant avec un convertisseur élévateur synchrone, même sous des tensions d'entrée peu élevées

Par **Kyle Lawrence**, ingénieur d'applications, Analog Devices

Les diodes électroluminescentes (LED) de forte puissance sont de plus en plus couramment utilisées dans les systèmes d'éclairage modernes, qu'il s'agisse des phares d'automobile, de la signalisation industrielle et commerciale, de l'éclairage architectural ou des innombrables applications électroniques à usage grand public. L'adoption par l'industrie de la technologie LED s'appuie sur les avantages incomparables qu'apporte l'éclairage à l'état solide par rapport aux sources lumineuses classiques : la conversion à haut rendement de l'énergie électrique en puissance lumineuse, ainsi qu'une durée de vie opérationnelle supérieure.

Ce mode d'éclairage étant incorporé dans une gamme d'applications en constante augmentation, la demande en courants plus élevés assurant une puissance lumineuse supérieure augmente elle aussi. À ce titre, le maintien d'un haut rendement dans l'étage de conversion de puissance chargé de générer un courant bien régulé représente l'un des principaux défis inhérents à l'alimentation de chaînes de diodes à fort courant. L'inefficacité de l'étage de conversion de puissance se matérialise par un dégagement de chaleur indésirable provoqué par les éléments de commutation du circuit de régulation de courant.

Le **LT3762** est un contrôleur LED fonctionnant en mode élévateur synchrone, qui est conçu pour réduire les pertes d'efficacité couramment observées dans les systèmes drivers de LED de forte puissance. Le mode synchrone minimise les pertes habituellement associées aux chutes de tension directe des diodes de roue libre dans les convertisseurs continu-continu asynchrones. Ce rendement accru permet au LT3762 de fournir un courant de sortie nettement supérieur à celui de composants similaires opérant en mode élévateur asynchrone, en particulier sous des tensions d'entrée peu élevées. Afin d'améliorer le fonctionnement sous de basses tensions d'entrée, un régulateur continu-continu monté sur le circuit imprimé applique une tension de 7,5 V au circuit de commande de grille, même lorsque la tension d'entrée est inférieure à 7,5 V. La présence de cette source de tension de commande de grille de 7,5 V sous de basses tensions d'entrée, permet aux MOSFET de dégager moins de chaleur lorsque la tension d'entrée diminue, ce qui étend à 3 V la limite inférieure de la plage d'entrée opérationnelle.



MOSFET remplace la diode Schottky. Et contrairement aux diodes Schottky, les MOSFET ne sont pas sujets aux chutes de tension directe. *A contrario*, ils se caractérisent par une petite résistance formée entre le drain et la source lorsqu'ils sont entièrement enrichis. Les pertes de conduction provoquées par un MOSFET sont beaucoup plus faibles qu'avec des diodes Schottky à fort courant, étant donné qu'elles sont proportionnelles au produit du carré du courant qui traverse le circuit et de la résistance drain-source. Même sous la tension d'entrée la plus basse à plein régime (7 V), les MOSFET subissent une augmentation de la température d'environ 30 degrés, comme le montre la figure 3.

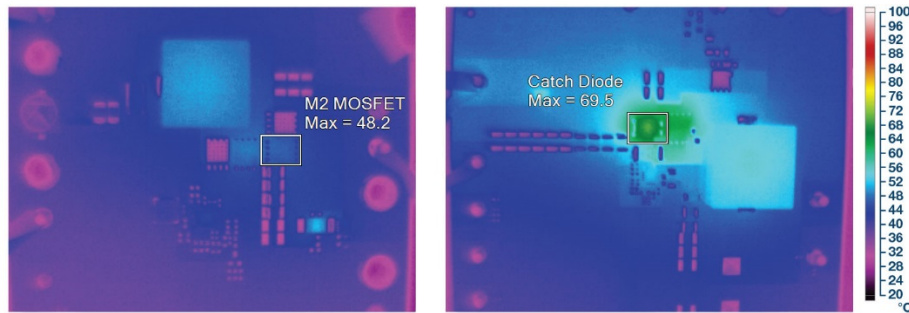


Figure 3 — Dans des conditions d'essai identiques et avec un jeu de composants similaires, le LT3762 synchrone (à gauche) alimente une série de diodes LED sous 32 V/2 A avec une hausse de température nettement inférieure à celle observée dans un circuit asynchrone LT3755-2 (à droite). Cette amélioration des performances thermiques est due au remplacement de la diode Schottky par un MOSFET synchrone, éliminant les pertes causées par la chute de tension directe de la diode.

Fonctionnement sous une basse tension d'entrée

Une autre difficulté touche les contrôleurs élévateurs de LED forte puissance lorsqu'ils fonctionnent sous une basse tension d'entrée. La majorité des régulateurs élévateurs continu-continu utilisent un régulateur à faible tension de déchet (LDO) interne alimenté par l'entrée du composant pour appliquer une tension inférieure à la tension d'entrée aux circuits de commande analogiques et numériques du circuit intégré. Parmi les circuits qui consomment l'énergie fournie par le régulateur LDO interne, le circuit de commande de grille est le plus gourmand, ses performances étant affectées par les fluctuations de tension en sortie du régulateur LDO. Lorsque la tension d'entrée devient inférieure à la tension de sortie LDO, la sortie LDO commence à chuter, limitant la capacité du circuit de commande de grille à enrichir correctement les MOSFET. Lorsqu'ils ne sont pas entièrement enrichis, les MOSFET fonctionnent à un niveau de résistance plus élevé, dissipant de l'énergie sous forme de chaleur lorsque le courant traverse le composant.

Le fonctionnement à basse tension d'entrée dans les topologies de convertisseur élévateur entraîne une augmentation du courant d'entrée, lequel, en traversant un MOSFET plus résistif, exacerbe les pertes de conduction. En fonction de la tension de commande de grille du régulateur, cette approche peut considérablement limiter la plage de basse tension d'entrée que l'appareil peut atteindre sans surchauffe.

En lieu et place d'un régulateur LDO, le LT3762 est doté d'un régulateur *buck boost* continu-continu intégré qui fournit 7,5 V pour alimenter le circuit interne, même lorsque la tension d'entrée est peu élevée. Ce régulateur abaisseur-élévateur (*buck-boost*) utilise seulement trois broches du circuit intégré LT3762 et ne nécessite que deux composants supplémentaires. Par rapport à des contrôleurs LDO internes dont les tensions d'entrée minimales sont de 4,5 V et 6 V, le LT3762 est capable d'étendre sa plage de fonctionnement d'entrée jusqu'à seulement 3 V. La sortie 7,5 V du convertisseur abaisseur-élévateur alimente le circuit de commande de grille, et permet d'utiliser des MOSFET à

commande de grille à 6 V/7 V. Les MOSFET à tension de commande de grille plus élevée ont tendance à présenter des résistances drain-source plus basses et — à l'exception des pertes de commutation — à fonctionner plus efficacement que leurs homologues à tension de commande de grille inférieure.

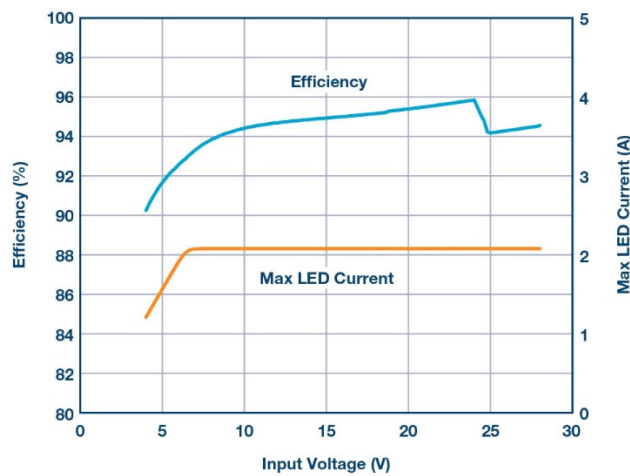


Figure 4 — Un pilote de LED LT3762 32 V/2 A maintient un haut niveau de rendement dans une large plage de tensions d'entrée. Le mode de repli à basse tension d'entrée V_{IN} évite les courants de commutation et d'inductance excessifs. La commutation asynchrone démarre à la tension d'entrée de 24 V.

Des topologies flexibles

Comme la plupart des drivers de LED fonctionnant en mode élévateur commercialisés par ADI, le LT3762 peut être reconfiguré pour alimenter des diodes en mode « élévateur » (*boost*), mais également en modes « abaisseur » (*buck*) et élévateur/abaisseur (mode *buck-boost* et mode *boost-buck*). Parmi les différentes topologies de conversion « *boost* », la configuration *boost-buck* brevetée par ADI autorise un fonctionnement en mode élévateur/abaisseur avec, entre autres avantages, un faible niveau d'interférences électromagnétiques (EMI). Cette topologie utilise deux inductances, l'une en entrée et l'autre en sortie, afin de filtrer le bruit généré par la commutation. Ces inductances contribuent à supprimer les interférences électromagnétiques couplées à l'alimentation d'entrée et aux autres composants pouvant être connectés, ainsi qu'aux LED constituant la charge.

D'autres circuits peuvent être ajoutés à la topologie du mode *Boost-Buck* pour offrir une protection contre les courts-circuits entre LED- et la masse GND. Le schéma de la Figure 5 représente le LT3762 dans une configuration *boost-buck* intégrant ce circuit de protection. En cas de court-circuit de LED⁻ à la masse GND, le MOSFET M4 est forcé à l'état ouvert (OFF), bloquant le chemin de conduction vers l'entrée via les inductances et empêchant une consommation de courant excessive. Lorsque le MOSFET M4 est bloqué, la diode D3 tire la broche EN/UVLO à l'état bas (*Under Voltage Lock-Out*, soit arrêt en cas de sous-tension) pour empêcher le convertisseur de commuter jusqu'à ce que le court-circuit soit supprimé. L'ajout de ce circuit de protection utilisé en conjonction avec la fonction de détection intégrée des courts-circuits et de circuits ouverts du LT3762 permet une conception robuste, capable de résister à une grande variété de défauts dans des environnements soumis à de très fortes sollicitations.

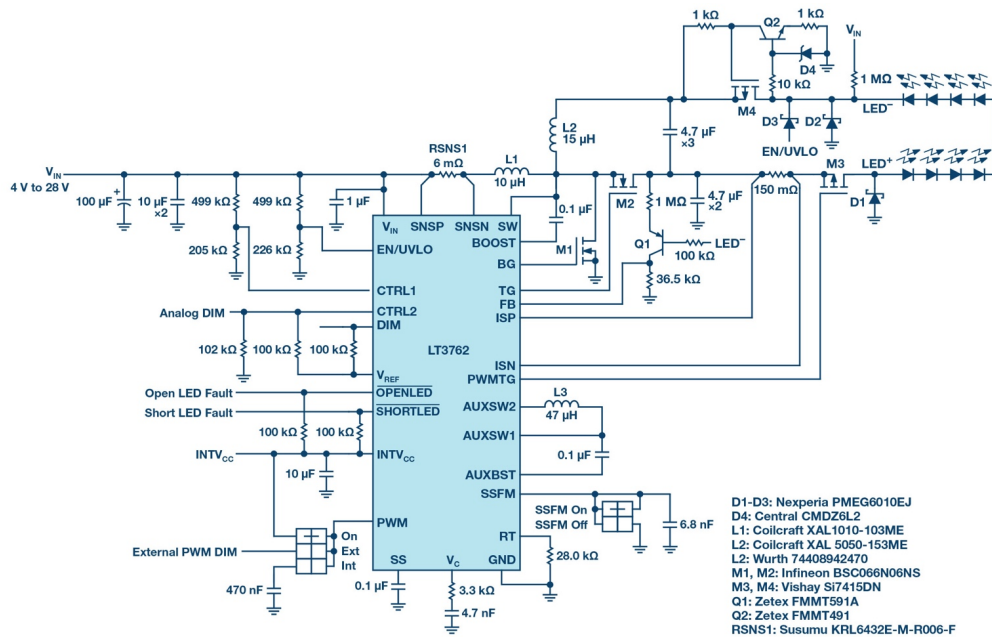


Figure 5 — Le LT3762 : 25 V/1,5 A en configuration boost-buck avec protection supplémentaire contre les courts-circuits entre LED⁻ et la masse GND.

Conclusion

Les convertisseurs élévateurs asynchrones peinent souvent à fournir un courant de sortie élevé sans faire l'objet de pertes de puissance significatives et sans échauffer la diode de roue libre en mode opératoire normal. Outre les pertes générées par la diode Schottky, ces convertisseurs ont des difficultés à maintenir un niveau d'énergie maximum en sortie quand la tension d'entrée diminue, ce qui limite la puissance fournie sur toute la plage d'entrée. Les convertisseurs continu-continu asynchrones ne sont tout simplement pas adaptés à des niveaux de puissance trop élevés, et il convient de mettre en œuvre un schéma de commutation synchrone pour satisfaire aux spécifications de ce type d'application. Conçu pour résoudre les problèmes liés à la fourniture d'un courant de sortie élevé grâce à sa commutation synchrone, le contrôleur LT3762 peut fonctionner à des tensions d'entrée beaucoup plus basses, en mode élévateur, grâce à son convertisseur continu-continu intégré. En outre, il dispose de la flexibilité nécessaire pour être utilisé dans différentes topologies DC/DC.

Kyle Lawrence est Ingénieur d'Applications chez Analog Devices. Il est responsable de la conception et du test pour une grande variété de convertisseurs DC/DC dont les convertisseurs *Buck-Boost* à 4 transistors de puissance permettant de réaliser des sorties régulées en courant ou en tension (notamment pour les applications Automobile à faible émissions électromagnétiques).

Kyle a été diplômé (B.S. degree in electrical engineering) par l'Université de Californie, Santa Cruz, en 2014.